



(11) **EP 0 711 978 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.1996 Patentblatt 1996/20

(51) Int. Cl.⁶: **G01D 5/241**

(21) Anmeldenummer: **95100852.3**

(22) Anmeldetag: **23.01.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI NL PT SE

(30) Priorität: **10.11.1994 DE 4440067**
30.12.1994 DE 4447295

(71) Anmelder: **HORST SIEDLE KG**
D-78120 Furtwangen (DE)

(72) Erfinder:
• **Gleixner, Franz**
D-85244 Röhrmoos (DE)
• **Utz, Rainer, Dr.**
D-73760 Ostfildern (DE)
• **Bächle, Dieter**
D-71090 Weil im Schönbuch (DE)

(74) Vertreter: **Otte, Peter, Dipl.-Ing.**
Mollenbachstrasse 37
D-71229 Leonberg (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer jeweiligen örtlichen Position eines Körpers durch kapazitive Abtastung**

(57) Zur Bestimmung der jeweiligen örtlichen Position, des Verschiebewegs oder des Winkels eines Körpers durch kapazitive Abtastung wird eine an einem Spannungsverteilungselement anliegende Versorgungsspannung so umgeschaltet bzw. die Speisung

erfolgt mit phasenverschobenen Spannungen derart, daß sich mindestens zwei unterschiedliche Versorgungsspannungs-Verteilungsmuster in zeitlicher Abfolge über den Spannungsteiler ergeben.

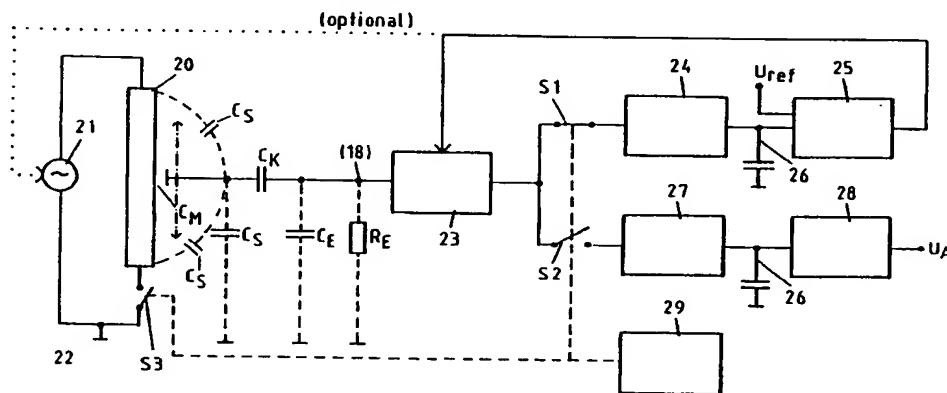


Fig. 4

EP 0 711 978 A2

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 2 und bezieht sich allgemein auf Auswerteschaltungen in Verbindung mit einer kapazitiven Abtastung bei Weg-, Winkel- oder Positions-Gebern ermöglichenden peripheren Schaltungen, so daß sich die Positionen von bewegbaren Körpern berührungsfrei erfassen lassen.

Hierfür werden in den meisten Fällen Spannungsteilerschaltungen in Analogtechnik eingesetzt, die entweder nach dem bekannten Potentiometerprinzip als Weggeber, Stellwiderstände oder Potentiometer ausgebildet sind oder auch in Form von Induktivitäten, beispielsweise als Differentialspulen, Differentialtransformatoren, Induktivität mit Kurzschlußwicklungen in Form eines Rohres, eingesetzt werden.

Bei einem analogen Widerstandspotentiometer dient ein aufgespritzter oder auch aufgedampfter Niederschlag auf einem Substrat als Widerstandsbahn, auf welcher ein Schleifer in Kontaktberührung gleitet, so daß dieser in die Lage versetzt wird, je nach seiner Position unterschiedliche Gleichspannungspotentiale der Widerstandsbahn abzugreifen und üblicherweise über eine direkt mit ihm verbundenen Kollektorschleifer auf eine Kollektorbahn zu übertragen, an welcher das abgegriffene Potential zur Auswertung verfügbar ist. Solche Potentiometer, die in bestimmten Ausführungsformen mit sehr hoher Präzision als Weg- oder Meßwertgeber eingesetzt werden können, können unter bestimmten Bedingungen aufgrund der ständigen Kontaktgabe, die letztlich auch zu Abnutzungen bei schnellen Schleiferbewegungen führt, Probleme aufweisen, die eine berührungslose Erfassung entsprechender Meßwerte erstrebenswert machen.

Wird anstelle der ebenfalls berührungslos arbeitenden, jedoch eine gewisse Meßungenauigkeit und unter Umständen auch Nichtlinearitäten aufweisenden induktiven Meßsystemen ein kapazitiver Positionssensor oder Wegaufnehmer eingesetzt, wie er beispielsweise aus der DE 28 26 398 C2 bekannt ist, dann muß mit unter Umständen durchaus erheblichen Verfälschungen des gewonnenen Meßwertes durch den Einfluß von Streukapazitäten und Ableitwiderständen gerechnet werden, die zumeist nicht hinnehmbar sind.

Der kapazitive Wegaufnehmer der DE 28 26 398 C2 besteht aus einem Paar schräg unterteilter, gegeneinander isolierter Kondensatorplatten, an denen eine Wechselspannung anliegt und wobei ein als Abgriff dienender, zwischen diesen Kondensatorplatten um den abzugreifenden Weg verstellbare Zwischenplatte über ein Verbindungskabel mit dem Eingang einer Auswerteschaltung verbunden ist. Durch die Bewegungen des Abgriffs ergeben sich auf das Verbindungskabel und dessen Anschlußpunkte ständig sich verändernde Kräfte, die nicht nur eine beschleunigte Alterung des Wegaufnehmers bewirken, sondern gerade durch die Lage- und Wegänderungen des Kabels gleichzeitig zu Kapazitätsänderungen und sich ändernden Streukapazitäten sowie veränderlichen Ableitwiderständen führen, die eine nicht definierbare und vor allen Dingen auf diese Weise auch nicht zu kompensierende Störgröße bedeuten.

Die Auswerteschaltung umfaßt bei diesem bekannten Weggeber einen Operationsverstärker, dessen einer Eingang über das Verbindungskabel mit der verschiebbaren Zwischenplatte, die als Abgriff dient, verbunden ist und dessen anderer Eingang über einen an Masse geschalteten Widerstand mit dem rückgeführten Meßwertsignal beaufschlagt ist. Der Ausgangsanschluß des Operationsverstärkers liegt über einen Gleichrichter an weiteren Verstärkungselementen, von denen einer als Emitterfolger geschaltet ist. Da bei einer solchen Auswerteschaltung die auftretenden Streukapazitäten in der Größenordnung der Meßkapazität liegen und der Eingangswiderstand des Verstärkers bei üblichen Frequenzen im Bereich der Impedanz des Sensors, ist eine genaue und streng lineare Ausgangsspannung nicht zu erwarten.

Bei weiteren kapazitiven Wegmeßgebern, die auf Auswerteschaltungen gar nicht oder nur in Form eines einfachen nachgeschalteten Verstärkers eingehen (DE 34 41 217), liegt eine dicht gedrängte, einen mäander- oder zickzackförmigen Verlauf aufweisende Widerstandsleiterbahn auf einer Substratfläche auf, wobei sich in einem Abstand zu dieser Widerstandsleiterbahn ein verschiebliches Abgriffselement befindet, welches flächenartig als Kreisring ausgebildet ist und auf diese Weise das jeweilige Potential kapazitiv auskoppelt und über eine Verbindungsleitung einem aus einem Voltmeter bestehenden Meßkreis zuführt. Allerdings liegt die Leiterbahn an einer Versorgungsgleichspannung, so daß eine kapazitive Meßwerterfassung nur im Verlauf einer mit einer entsprechend hohen Geschwindigkeit erfolgenden Verschiebung möglich ist und eine stationäre Positionsbestimmung infolge eines dann fehlenden Meßwertes nicht erfolgen kann. Auch hier ergeben sich in gleicher Weise auf Streukapazitäten und Ableitwiderständen zurückzuführende Störgrößen, die nicht beseitigt werden können.

Bekannt ist es schließlich bei einem Galvanometer, den Zeiger des Galvanometers als bewegliches Element mit einem Wechselspannungsanschluß zu verbinden, wobei sich der Zeiger flächig im Abstand über ein Widerstandselement bewegt, so daß an diesem durch kapazitive Einkopplung ein Spannungsabfall entsteht, der als Angabe der Zeigerposition ausgewertet werden kann (US-PS 3 636 449).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen berührungslosen, auf kapazitiver Grundlage arbeitenden Positionssensor und dessen Auswerteschaltung so auszubilden, daß sich eine besonders geringe Störempfindlichkeit bei hoher Meßwertgenauigkeit ergibt.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 2 und hat den Vorteil, daß trotz Verwendung weitgehend unkritischer und preisgünstiger Bauteile der Einfluß von Streukapazitäten und Ableitwiderständen bei der berührungslosen, durch kapazitive Kopplung erfolgenden Wegmessung entweder gar nicht auftritt oder jedenfalls auf einem die gewünschte Meßgenauigkeit nicht beeinflussenden Niveau gehalten werden kann.

Die Erfindung benötigt hierzu keine aufwendige Schirmung, da es ihr gelingt, den Einfluß von Streukapazitäten gegen Masse sowie den Eingangswiderstand der Schaltung auszugleichen, und zwar durch eine Regelung der Gesamtverstärkung und/oder der Versorgung der Spannungsverteilerschaltung, bei der es sich bevorzugt um eine übliche Widerstandsbahn handelt, wie sie auch bei Potentiometer-Weggebern Verwendung findet. Diese Regelung erfolgt in Verbindung und im Zusammenhang abgestimmt auf Umschaltungen, die an verschiedenen Stellen der Auswerteschaltungen vorgenommen werden.

So beruht ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung darauf, daß durch getaktete Auftrennung von Verbindungsleitungen zwischen der die Widerstandsbahn speisenden Signalquelle und der Widerstandsbahn zwischen zwei Meßphasen unterschieden wird, nämlich einer ersten Phase I, in welcher die dann über der gesamten Länge der Widerstandsbahn - unabhängig von der Position der deren Spannungsverteilungsmuster abtastenden kapazitiven Potentialsonde - anliegende volle Spannung von dieser erfaßt und mit einer Referenzspannung verglichen wird, und einer zweiten Meßphase, in welcher der erfaßte Meßwert ausgewertet werden kann. Dabei erfolgt in der Phase I ein entsprechender Abgleich der Verstärkung des kapazitiv von der Potentialsonde erfaßten Meßwerts und/oder eine Beeinflussung der die Widerstandsbahn mit steuerbarer Amplitude speisenden Signalquelle, so daß in der Meßphase II auftretende Veränderungen, in welcher eine Seite der Widerstandsbahn wieder an der Regelspannung liegt, ausschließlich auf die entsprechende wegabhängige Position der Potentialsonde zurückzuführen sind und sonstige Einflüsse aufgrund von Streukapazitäten oder Ableitwiderständen herausfallen, die nämlich durch die Verstärkungsänderung in der Vergleichsphase I mit der Referenzspannung schon ausgeglichen worden sind. Voraussetzung hierfür ist, daß sich die beteiligten Schaltungskomponenten linear verhalten, was der Fall ist.

Ein solcher Ausgleich des durch Streukapazitäten und Ableitwiderstände hervorgerufenen Störspannungsabfalls durch eine Regelung der Gesamtverstärkung ist auch möglich, wenn an dem mit Masse verbundenen Ende der Widerstandsbahn in der Meßphase am anderen Ende eine gegenphasige Spannung anliegt, so daß auch in diesem Fall ein Spannungsabfall über die Spannungsteilerstrecke stattfindet.

Ferner ist es bei einem weiteren Ausführungsbeispiel möglich, den Spannungsteiler mit einer Wechsellspannung so zu speisen, daß abwechselnd an einem Ende eine Wechsellspannung angelegt wird, während das andere Ende an Masse liegt. Dadurch erscheint am Ausgang abwechselnd eine Spannung, die dem Spannungsteilerverhältnis bzw. dessen Differenz zu 1 entspricht. Regelt man die Verstärkung dann so, daß die Summe der Referenzspannung entspricht, erhält man zwei gegenläufige Ausgangsspannungen, die dem Spannungsteilerverhältnis, also dem gewünschten Meßwert, und der Referenzspannung entsprechen.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten weiteren Maßnahmen sind ebenfalls vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung möglich.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 stark schematisiert als eine mögliche Ausführungsform den mechanisch-konstruktiven Aufbau eines bevorzugten kapazitiven Weggebers mit Meß- und Koppelkondensatoranordnung;
- Fig. 2 schematisiert eine Potentialverteilung über einem als Widerstandsbahn ausgebildetem Spannungsverteilungselement, welches von einer Potentialmeßsonde abgetastet wird;
- Fig. 3 stellt anschaulich die kapazitive Beziehung der Potentialmeßsonde zur Widerstandsbahn dar;
- Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, schematisiert in Form eines Blockschaltbildes, bei welcher der gesamte Arbeitszyklus in eine Vergleichs- und Abgleichphase I und in eine Meßphase II durch entsprechende Spannungssteuerung einer Widerstandsbahn unterteilt ist;
- Fig. 5 eine weitere Ausführungsform der Erfindung als Blockschaltbild, bei welcher über im vorgegebenen Zeitraster geschaltete Schalter beiden Enden der Widerstandsbahn entweder die gleiche Spannung oder nur ein Ende an Spannung gelegt wird;
- Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung in Form eines Blockschaltbildes, bei welcher die Widerstandsbahn mit phasenverschobener Speisespannung beaufschlagt ist;
- Fig. 7 ein zur Schaltung der Fig. 6 gehörendes Spannungs-/Zeitdiagramm;
- Fig. 8 eine Ausführungsform der Erfindung in Form eines Blockschaltbildes, bei welcher der Widerstandsbahn gegenläufige Versorgungswechselspannungen zugeführt werden, wobei die

- Fig. 9 die beiden sich hierdurch ergebenden unterschiedlichen Kennlinien und deren Summenverlauf angibt; schließlich zeigen die
- Fig. 10 und 11 zwei verschiedene Lösungsmöglichkeiten bezüglich einer möglichen Schirmung und Potentialtrennung bestimmter Schaltungskomponenten.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Der Grundgedanke besteht darin, für einen Positionssensor auf kapazitiver Grundlage eine Auswerteschaltung zur Verfügung zu stellen, die in der Lage ist, die üblicherweise an Kondensatorbereichen und Leitungstrecken auftretenden Leck- und Fehlerströme zuverlässig auszugleichen und auf diese Weise einem solchen Positionssensor eine bisher nicht mögliche Genauigkeit zu verleihen, so daß sich in Verbindung mit den bekannten Vorteilen eines auf kapazitiver Grundlage arbeitenden Sensors Berührungsfreiheit, Alterungsbeständigkeit u.dgl. eine Neukonzeption von entscheidender technischer Bedeutung ergibt. Die Kompensation erfolgt dadurch, daß die Wechselstromversorgungsspannung am von einer Potentialmeßsonde abgetasteten Spannungsverteilerelement, welches üblicherweise eine Widerstandsbahn ist, umgeschaltet wird, so daß sich neben Meßphasen Vergleichs- und Abgleichphasen ergeben, die rückwirkend entweder auf die Wechselstromspannungsversorgung des Widerstandselements oder auf Verstärker im Auswertebereich so einwirken, daß der Einfluß der Störgrößen verschwindet.

In diesem Zusammenhang sind eine Vielzahl von Ausführungsbeispielen, auf die im folgenden noch eingegangen wird, möglich, wobei der auf kapazitiver Grundlage arbeitende Positionssensor hinsichtlich seines mechanisch-elektrischen Aufbaus bevorzugt so ausgebildet ist, wie dies im folgenden anhand der Darstellung der Fig. 1 zunächst erläutert wird. Diese Erläuterung dient auch einem besseren Verständnis der Erfindung, wobei im übrigen gerade ein solcher Aufbau, wie er in Fig. 1 schematisiert angegeben ist, die angestrebte Störgrößenfreiheit des Sensors nicht unwesentlich fördert und insofern auch den jeweiligen Auswerteschaltungen zu besonderer Wirksamkeit verhilft.

Der in Fig. 1 gezeigte Positionssensor 10 auf kapazitiver Grundlage umfaßt einen Potentialmeßbereich 11 und einen Potentialkoppelbereich 12, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel der Potentialmeßbereich ein echtes Spannungsteilerelement 13 mit stetigem Spannungsverlauf ist, beispielsweise und bevorzugt also eine Widerstandsbahn, wie sie üblicherweise bei Meßwertgebern auf potentiometrischer Grundlage (in diesem Falle gleichstromgespeist) oder bei Drehpotentiometern üblich ist.

Den beiden Endanschlüssen 13a, 13b der Widerstandsbahn des Spannungsteilers wird dabei von einer erst bei den folgenden Ausführungsbeispielen im einzelnen erläuterten Speise- und Auswerteschaltung 14 eine Speisewechselspannung konstanter, gegebenenfalls aber auch steuerbarer Amplitude zugeführt, wobei bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel einer der Anschlüsse, beispielsweise 13b mit Masse verbunden ist, so daß sich anschaulich erkennen läßt, daß sich über der Widerstandsbahn des Spannungsteilers eine vom Anschlußpunkt 13a zum Anschlußpunkt 13b in ihrer Amplitude abfallende Wechselspannungsverteilung ergibt.

Der Widerstandsbahn des Spannungsteilers 13 ist berührungslos, also im vorgegebenen Abstand eine Potentialmeßsonde 15 zugeordnet, die auf diese Weise mit der Widerstandsbahn in einer kapazitiven Wirkverbindung steht und daher auch in der Lage ist, das sich über dem Weg s (in Meßrichtung) ändernde Wechselspannungspotential über der Widerstandsbahn abzugreifen, wobei die in diesem Fall rechteckplattenförmige Potentialmeßsonde 15 integrierend bzw. mittelwertbildend wirkt und immer eine solche Wechselspannungsamplitude abgreift, wie sich dieser als Mittelwert aus der Position der Potentialmeßsonde ergibt.

Potentialmeßbereich 11 und Potentialkoppelbereich 12 sind elektrisch voneinander in geeigneter Weise isoliert, wobei der Potentialkoppelbereich 12 ebenfalls über einen beweglichen Sondenteil, nämlich eine Potentialkoppelsonde 17 verfügt, die sich in einem vorgegebenen Abstand, also auch hier berührungsfrei über der durchweg elektrisch leitenden Elektrodenfläche 16 des Potentialkoppelbereichs 12 synchron zur Potentialmeßsonde verschiebt. Dabei sind die jeweiligen, in diesem Fall rechteckförmigen Flächen von Potentialmeßsonde und Potentialkoppelsonde mindestens elektrisch, bevorzugt aber auch von ihrem mechanischen Aufbau her miteinander verbunden, bilden also ein gemeinsames Bauelement, beispielsweise eine Doppelkupferplattenanordnung, die von einer geeigneten, nicht dargestellten Lagerung gemeinsam über den zugeordneten Flächen von Widerstandsbahn bzw. Koppel-Elektrodenfläche in Meßrichtung verschoben wird.

Die jeweiligen Flächen von Potentialmeßsonde 15 und Potentialkoppelsonde 17 bilden mit den jeweiligen Gegenflächen der Widerstandsbahn bzw. der Elektrodenfläche 16 einen Kondensator, die in den nachfolgenden Auswerteschaltungen als Meßkondensator C_M bzw. als Koppelkondensator C_K bezeichnet sind und deren Kapazität über dem Verschiebeweg annähernd unverändert bleibt, so daß Kapazitätsänderungen die Meßwertbildung nicht beeinflussen.

Auf diese Weise überträgt die Potentialkoppelsonde 17 das von der Potentialmeßsonde 15 abgegriffene Wechselspannungs-Amplitudenmeßsignal kapazitiv getreu auf die Elektrodenfläche 16 des Potentialkoppelbereichs 12, wobei lediglich noch ein einziger, sich in seiner Position nicht verändernder Anschluß 16a vorgesehen ist, an welchem das erfaßte Spannungsamplitudensignal auf den Eingang 18 der Speise-/Auswerteschaltung 14 gelangt.

Der physikalisch-theoretische Zusammenhang ist daher so, daß sich auf der "Potentiometer"-Widerstandsbahn entsprechend der Darstellung der Fig. 2 bei Wechselstromspeisung eine Potentialverteilung nach folgender Formel einstellt:

Potential $\phi = -\vec{E} \cdot \vec{x}$

oder als elektrische Feldverteilung ausgedrückt

Feld: $\vec{E} = -\text{grad } \phi$

Dabei ist jeweils, wie auch die Fig. 2 zeigt,

$$\phi_1 > \phi_2 > \phi_3 > \phi_4 > \dots$$

Da es sich um eine Wechselspannung handelt, kann das Potential folgendermaßen dargestellt werden:

$$\phi = \phi_0 \cdot \text{sign} [\sin(\omega \cdot t)] \text{ mit}$$

0=Amplitude des Potentials

ω =Kreistfrequenz $2\pi v$

v=Frequenz

t=Zeit

Das gesamte System läßt sich als Kondensator auffassen, welches aus lauter kleinen Kondensatoren zusammengesetzt ist, wie die Darstellung der Fig. 3 im einzelnen angibt.

Die Kondensatorgleichung lautet:

$$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot A/\alpha \text{ mit}$$

C: Kapazität

ϵ_r : relative Dielektrizitätskonstante

A: Fläche des Kondensators

d: Abstand (der Platten)

Die Kapazität ergibt sich aus

$$C = \sum_{i=1}^n C_i = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \sum_{i=1}^n \cdot \frac{A_i}{d_i}$$

Für die Kapazitäten soll gelten: $\Delta C_1 = \Delta C_n$

$$\Delta C_1 \stackrel{!}{=} \Delta C_n$$

$$\Delta C_2 = \Delta C_{n-1}$$

$$\Delta C3 = \Delta C_{n-2}$$

•	•
•	•
•	•
•	•

Das abgegriffene Potential hängt in linearer Beziehung vom Ort x ab. $\rightarrow \phi = \phi(x)$. Über die Teilkapazitäten $= C_i$ fließen Verschiebungsströme I_i in die Sonde, dabei gilt:

$$I_1 = C i \cdot \frac{d i(x)}{dt}$$

Für den gesamten Verschiebestrom I gilt dann:

$$I = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \frac{d i(x)}{dt} ,$$

d.h. die einzelnen Spannungsamplituden werden aufaddiert zu einem gesamten Verschiebungsstrom I.

Daher gehen selbst kleinste Verschiebungen der Platte der Potentialmeßsonde in die abgegriffene Wechselspannungsamplitude ein, da sich das Verhältnis der Teilspannungen bei einer Verschiebung um δs natürlich ändert. Die Aufnahme des Meßsignals erfolgt berührungsfrei, desgleichen seine Übertragung auf die stationäre Elektrodenfläche 16, so daß ein solcher Positionssensor keinem mechanischen Verschleiß ausgesetzt ist und schon an dieser Stelle keine variablen Störgrößen wie beispielsweise variable Streukapazitäten auftreten, die beispielsweise schon durch Biegung von Verbindungsleitungen bzw.

Übergangswiderständen bei Schleifkontakten erzeugt werden können.

Ein erstes Ausführungsbeispiel einer Auswerteschaltung ist in Fig. 4 dargestellt. Die Widerstandsbahn 20 liegt an einer Speisewechselspannungsquelle 21, die auf einer Seite bei 22 mit Masse verbunden ist. Die Potentialsonde bildet mit dem jeweils zugeordneten Teil der Widerstandsbahn 20 einen ersten Meßkondensator C_M , der in Reihe liegt mit dem Koppelkondensator C_K , wobei in dem Schaltbild der Fig. 4 noch Streukondensatoren C_S gegen Masse bzw. Widerstandsbahn oder sonstige Zuleitungen eingezeichnet sind, zusammen mit einem Eingangskondensator C_E und einem Eingangswiderstand R_E am Eingang eines Verstärkers 23 mit steuerbarer Verstärkung, die ebenfalls als Störgrößen in Erscheinung treten.

Der Verstärkerausgang liegt parallel über im Gegentakt geschaltete Schalter S1, S2, die natürlich auch elektronische Schalter sein können, an einem ersten Gleichrichter 24, dessen Ausgang mit einem Regler 25 verbunden ist (beispielsweise ein Operationsverstärker), dessen anderem Eingang eine Vergleichsspannung U_{ref} zugeführt ist. Zur Zwischenspeicherung des Gleichrichterausgangssignals ist noch ein Speicherkondensator 26 am Eingang des Reglers 25 vorgesehen.

Der Ausgang des Reglers ist mit dem Verstärker 23 mit steuerbarer Verstärkung verbunden und kann optional (allein oder in Verbindung mit einer Beeinflussung des Verstärkers 23) auch noch auf die Speisewechselspannungsquelle 21 einwirken, so daß diese eine Signalquelle mit steuerbarer Amplitude darstellt.

Ein paralleler Ausgangszweig umfaßt ebenfalls einen Gleichrichter 27 in Reihe mit einem Tiefpaß 28, falls gewünscht, an dessen Ausgang das Meßsignal (U_A) anliegt; die Schalter S1 und S2 sind synchron so mit einem in der Versorgungsleitung zur Widerstandsbahn 20 liegenden Schalter S3 geschaltet, daß sich abwechselnd die in der Fig. 4 dargestellten Schaltzustände ergeben, was bedeutet, daß der Schalter S3 immer offen ist, wenn der Schalter S1 geschlossen ist bzw. umgekehrt; der Schalter S2, der die Meßwert-Aufbereitungselemente mit dem Ausgang des Verstärkers 23 verbindet, ist dann geschlossen, wenn auch an der Widerstandsbahn 20 die Versorgungsspannung bei geschlossenem Schalter S3 anliegt, wobei der Schalter S1 geöffnet ist, so daß zu diesem Zeitpunkt bzw. in dieser Arbeitsphase keine Verstärkungsänderungen oder Änderungen in der Amplitude der Versorgungsspannung auftreten.

Die Grundfunktion eines solchen Schaltungsaufbaus, der einer Vielzahl von Varianten zugänglich ist, ist dann so, daß in einer ersten Phase bei geöffnetem Schalter S3, zu welcher auch der Schalter S2 geöffnet und der Schalter S1 geschlossen ist - für die entsprechende Ansteuerung sorgt eine Steuerlogikschaltung 29 -, der Spannungsteiler von der Speisewechselspannungsquelle 21 so gespeist ist, daß beide Enden gleiche Spannung haben, da bei geöffnetem Schalter S3 über die Widerstandsbahn kein Spannungsabfall auftritt, unabhängig davon, an welcher Stelle sich die Potentialmeßsonde befindet. Die Potentialmeßsonde tastet daher an jeder Position die gleiche Spannung ab, die nach Verstärkung am Verstärker 23 und Gleichrichtung am Eingang des Reglers 25, der bevorzugt ein I-Regler ist, mit der Referenzspannung verglichen wird. Der I-Regler 25 regelt dann die Verstärkung des Verstärkers 23 so nach (oder beeinflußt die Amplitude der in diesem Fall steuerbaren Speisewechselspannungsquelle 21 so), daß am Ausgang des Gleichrichters 24 bzw. an dem einen letztlich mit dem Verstärker 23 verbundenen Eingang des I-Reglers 25 eine der Referenzspannung U_{ref} entsprechende Ausgangsspannung erscheint, wohlgermerkt in der Vergleichsphase, in welcher die Ausgangsspannung der Meßsonde von deren Position unabhängig ist. Gleichzeitig ist dieses in der Vergleichsphase von der Potentialmeßsonde erfaßte Signal ein Maß für die Übertragung von der Widerstandsbahn 20 auf die Meßsonde und für das Übertragungsverhältnis überhaupt, welches von dieser Auswerteschaltung realisiert wird. Da es sich aber um ein linear arbeitendes System handelt, gilt dieses Übertragungsverhältnis auch für Teilspannungen, d.h. dann, wenn die Widerstandsbahn 20 effektiv als Spannungsteiler arbeitet.

Dies geschieht in der Meßphase II, in welcher der Schalter S3 geschlossen ist und daher von der Potentialmeßsonde ein ihrer Position entsprechendes Wechselspannungssignalsignal abgetastet wird, so daß durch dieses Umschal-

ten und Beeinflussen der Verstärkereigenschaften bzw. der Amplitude der Versorgungsquelle sämtliche auf Störgrößen zurückzuführende Einflüsse eliminiert sind.

In der Meßphase wird das gewonnene Signal bei geschlossenem Schalter S2 vom Gleichrichter 27 gleichgerichtet und gelangt über den Tiefpaß 28 zum Meßausgang, wobei dieses Signal dadurch, daß die Verstärkung so eingestellt
5 worden ist, daß bei voller Spannung ein der Referenzspannung U_{ref} entsprechendes Signal erscheint, nunmehr dem Spannungsteilverhältnis proportional sei, d.h. der Meßsondenposition entspricht.

Das anhand der Darstellung der Fig. 4 erläuterte Grundprinzip der Zerlegung des Meßvorgangs in eine Vergleichs- bzw. Abgleichphase und in eine Meßphase ist einer Vielzahl von unterschiedlichen Ausführungsformen zugänglich, wobei bei dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel so vorgegangen wird, daß über Schalter 30, 30' an beiden
10 Anschlußenden der Widerstandsbahn Wechsellspannungen U_{v1} bzw. U_{v2} zugeführt werden, wobei die Schalter 30, 30' von einer Schalter-Ablaufsteuerung 31 so geschaltet werden, daß entweder an beiden Anschlußenden der Widerstandsbahn 20' die gleiche Spannung liegt, also $U_{v1} = U_{v2}$ ist, so daß kein Spannungsabfall stattfindet, während in der darauffolgenden Meßphase nur an ein Ende der Widerstandsbahn 20' Spannung angelegt wird und das andere Ende durch die Schaltersteuerung an Masse gelegt wird, so daß sich ein Spannungsabfall über der Spannungsteilerstrecke ergibt,
15 oder, was das gleiche ist, an das andere Ende wird eine zur Spannung am einen Ende gegenphasige Spannung angelegt, so daß auch in diesem Fall ein Spannungsabfall über der Spannungsteilerstrecke stattfindet.

In der ersten Vergleichsphase I ohne Spannungsabfall gelangt die Sondenspannung U_s , die von der Sonde 32 erfaßt wird, nach Verstärkung am (steuerbaren) Verstärker 33 und Synchrongleichrichtung am Gleichrichter 34 als Gleichspannung U_{gv} zum Summenpunkt 36, an welchem die Differenz mit der zugeführten Referenzspannung U_{ref}
20 gebildet wird. Diese Differenzgleichspannung wird auf den nachgeschalteten Regler 37 geführt, dessen Ausgang dann entweder, wie weiter vorn schon erwähnt, auf den Eingang zur Verstellung des Verstärkungsfaktors des Verstärkers 33 arbeitet oder - alternativ - die von dem Wechsellspannungsgenerator 38 gelieferten Amplituden der Spannungen U_{v1} und U_{v2} einstellt.

Auch hier gelangt in der Meßphase die der Sondenposition entsprechende Meßausgangsspannung U_A über den
25 Synchrongleichrichter 35 zum Meßausgang. Da die Verstärkung bzw. die Speisespannungen der Potentiometerbahn aus der Vergleichsphase her so eingestellt sind, daß bei voller Spannung einer Referenzspannung entsprechende Signale erscheinen, ist die Ausgangsspannung U_A dem Spannungsverteilerverhältnis und der Referenzspannung proportional.

Es ist entsprechend dem Schaltungsaufbau der Fig. 6 auch möglich, mit phasenverschobenen Speisespannungen
30 für die Widerstandsbahn 20' zu arbeiten, wobei sich Spannungsverläufe an den verschiedenen Schaltungspunkten entsprechend dem in Fig. 7 gezeigten Diagramm ergeben. Die einzelnen Schaltungskomponenten tragen in der Darstellung der Fig. 6 und den folgenden dann, wenn sie mit den Komponenten der Fig. 5 identisch sind, die gleichen Bezugszeichen; bei geringfügig veränderten Funktionen ergänzt durch einen Beistrich oben.

Durch die Phasenverschiebung der beiden vom Wechsellspannungsgenerator 38 erzeugten Speisespannungen
35 U_{v1}' und U_{v2}' liegen an der Widerstandsbahn 20' abwechselnd gleich- und gegenphasige Spannungen an, wobei die Spannung U_{v2}' der Spannung U_{v1}' um eine viertel Periode nachläuft. Daher sind in den mit V bezeichneten Zeitabschnitten die beiden Versorgungsspannungen entweder in positiver oder negativer Richtung gleich, während sie in den Zeitabschnitten M in Gegenphase liegen. Daher tritt in den "gleichphasigen" Zeitabschnitten V am Spannungsteiler kein Spannungsabfall auf, und in dieser Zeit wird durch den elektronischen Schalter und Gleichrichter 34 die Vergleichsspannung U_{gv} erzeugt, die der Potentialsondenspannung U_s während dieser Zeit entspricht. In den Zeitabschnitten M ergibt
40 sich aufgrund der Gegenphasigkeit der Speisespannungen über der Widerstandsbahn 20' ein Spannungsabfall, der zur Erfassung des "Spannungsteilverhältnisses", also zur Erfassung der Position der Potentialsonde ausgenutzt wird (Meßphase II). Die Meßwertspannung U_{gm} wird ebenfalls mit Hilfe des elektronisch gesteuerten Schaltungs- und Gleichrichters 35 erzeugt, wobei die beiden Werte U_{gv} und U_{gm} durch entsprechende Speicherschaltungen, die in Form von
45 Kondensatoren 26, 26' realisiert sind, gespeichert werden. Der Diagrammverlauf der Fig. 7 zeigt die Spannungsverläufe für drei verschiedene Potentialsondenstellungen, nämlich nahe am Anschluß für die eine Speisespannung U_{v1} , etwa in der Mitte der Widerstandsbahn, und eine nahe am Ende der Spannungszuführung für U_{v2} .

Es versteht sich, daß man ähnliche Verhältnisse erhält, wenn der durch die Widerstandsbahn 20' realisierte Spannungsteiler oder ein entsprechend verwendetes Spannungsverteilungselement mit Rechtecksignalen an seinen beiden
50 Anschlüssen versorgt wird, wobei beispielsweise dem einen Ende eine Rechteckspannung gegebener Frequenz und dem anderen Ende eine Rechteckspannung mit doppelter Frequenz zugeführt werden kann. Auch in diesem Fall ergeben sich gegenphasige und gleichphasige Zeitabschnitte, die als Meßphasen und Referenzphasen ausgewertet werden können.

Eine weitere Realisierungsmöglichkeit besteht entsprechend der Darstellung der Fig. 8 darin, der Widerstandsbahn
55 20' des Spannungsteileres gegenläufige Versorgungswechselspannungen zuzuführen, was mit anderen Worten bedeutet, daß durch Umpolen der Potentiometerbahn eine steigende und eine fallende Kennlinie erzeugt wird entsprechend der Darstellung der Fig. 9. In diesem Fall (siehe Fig. 8) liefert die Wechsellspannungsquelle 38' in ihrer Amplitude gleiche Versorgungswechselspannungen U_{v1} und U_{v2} , die über erste elektronische Schalter 45 und 48 jeweils an die Enden der Widerstandsbahn 20' abwechselnd gelegt werden, während das jeweils andere Ende der Widerstandsbahn

20' über die weiteren elektronischen Schalter 46 und 47 mit Masse verbunden wird. Es sind also jeweils abwechselnd die Schalter 45 und 47 in Verbindung mit der gesteuerten Gleichrichterschaltung 35 und in einer nächsten Phase - bei diesem Ausführungsbeispiel wird allerdings nicht zwischen Vergleichs- und Meßphase unterschieden - die Schalter 46 und 48 in Verbindung mit der gesteuerten Gleichrichterschaltung 34 aktiv.

Die Ausgangssignale der beiden synchron mit den Schaltern 45 bis 48 geschalteten Gleichrichter 34 und 35 werden in den Kondensatoren 26 und 26' zwischengespeichert und gelangen über einen Summierer 36' auf die Reglerschaltung 37', die als I-Regler ausgebildet ist und auch hier wieder bevorzugt die Eingangsamplitude der Versorgungsspannungen U_{v1} , U_{v2} zur Widerstandspotentiometerbahn so regelt, daß die ermittelte Summe der beiden Ausgangsspannungen konstant bleibt, d.h. daß entsprechend der Darstellung der Fig. 9 beispielsweise durch Vergleich mit einem konstanten Wert eine höhere Summenspannung eingestellt wird, da die beiden Kennlinienverläufe 1 und 2 in ihrer Summe an jeder Position des Weges einen konstanten Wert aufweisen müssen. Realisiert werden kann dies bei der Ausführungsform der Fig. 8 ebenfalls wieder dadurch, daß ein Vergleich mit einer dem Summierer 36' zugeführten Referenzspannung U_{ref} vorgenommen wird. Der Regler sorgt dann entweder durch Einstellung der Verstärkung des Verstärkers 33 dafür, daß die Summe der beiden Ausgangssignale der Referenzspannung U_{ref} entspricht, oder auch durch entsprechende Nachregelung der Amplitude der Speisespannung für das Potentiometer, was durch die gestrichelte Verbindungslinie vom Ausgang des I-Reglers 37' zum Eingang des Wechselstromgenerators 38' angedeutet ist.

Auch durch eine solche Regelung fällt der Einfluß von auf die Eigenschaften der Koppelkondensatoren zurückzuführenden Störgrößen heraus, wobei als Ausgangsspannung sowohl das Signal der einen als auch der anderen Kennlinie, also U_{an} bzw. U_{ap} verwendet werden kann.

Bei solchen auf kapazitiver Grundlage arbeitenden Weg-, Winkel- oder Positions-Gebern, beispielsweise Potentiometern hat es sich als wünschenswert herausgestellt, daß die Spannungsquelle, die den Spannungsteiler versorgt, und der Verstärkereingang für die Ausgangsspannung einen definierten Potential-Bezugspunkt haben, da sonst die Messung von dem Potentialverhältnis in der Versorgungsspannung und des Sensorgehäuses abhängig werden kann. Es ist daher anzustreben, die Masse der Versorgungsspannung zumindest für den verwendeten Frequenzbereich mit dem Gehäuse des Sensors zu verbinden, da sonst undefinierte Verhältnisse auftreten können, die Meßfehler nicht ausschließen.

Da es andererseits in elektrischen Anlagen nicht immer möglich ist, das Gehäuse mit der Masse der Versorgungsspannung zu verbinden, schlägt die Erfindung als Ausgestaltungen Möglichkeiten vor, eventuell durch mangelnde Trennung der Potentialverhältnisse auftretende Störungen zu beseitigen.

Eine erste Variante umfaßt entsprechend der Darstellung der Fig. 10 ein isoliertes Schirmgehäuse, wobei das Spannungsteilerelement, die Meßsonde und die Rückführelektrode oder Koppel­elektrode von einem Schirm umgeben sind, der als Massepotential dient.

Man erkennt in Fig. 10 schematisiert das Spannungsteilerelement 13 als Potentiometerwiderstandsbahn, die Koppel­elektrode 16 mit dem gemeinsamen Bauteil aus Potentialmeßsonde 17 und Potentialkoppel­sonde 15, den Verstärker 33' sowie ein Bauteil 41, welches die in Fig. 8 strichpunkt­tierten Bauelemente umfaßt, und ein Bauteil 42, welches die in Fig. 8 gestrichelt umrandeten Bauelemente umfaßt.

Entscheidend ist bei einem solchen Sensor mit isoliertem Schirmgehäuse, daß vom Gehäuse 40 des Sensors keine Kopplung auf die Potentialmeß-/Koppel­sonde 17, 15 und auf die Verbindung zum Verstärker 33' erfolgt. Darüber hinaus muß verhindert werden, daß die Wechselspannungen, die an der Widerstandsbahn 13 und den Zuleitungen von der Wechselspannungsquelle 42 anliegen, auf das Gehäuse eingekoppelt werden. Daher ist innerhalb des Gehäuses 40 ein Schirm 43 isoliert angeordnet, der mit dem Bezugspotential, z.B. dem negativen Versorgungsspannungsanschluß verbunden ist. Es ist zweckmäßig, die gesamte Elektronik, mindestens jedoch den Teil, in dem Wechselspannungen auftreten, innerhalb dieses Schirms 43 unterzubringen.

Eine solche Lösung läßt sich elektrisch vergleichsweise einfach realisieren, kann jedoch zu zusätzlichen Kosten wegen des Platzbedarfs und zu konstruktiven Schwierigkeiten insbesondere bei beengten Platzverhältnissen führen.

Eine andere Möglichkeit besteht daher entsprechend Fig. 11 darin, eine galvanische Trennung von Spannungsteiler, Vorverstärker und Versorgungsspannung vorzunehmen, indem, bei gleichen Bezugszeichen der jeweiligen Bauelemente wie in Fig. 10, Trenntransformatoren 44, 44' vorgesehen sind, die das Spannungsteilerelement und den Verstärker wieder Sondensignal galvanisch trennen. Dabei ist ferner vorteilhaft, den Spannungsteiler mit Hilfe eines oder mehrerer Transformatoren zu versorgen, so daß sich auf diese Weise auch die Versorgungsspannung für den Verstärker 33' des Sondensignals über den zusätzlichen Block 49 erzeugen läßt.

Bei dieser Lösung kann das Gehäuse des Sensors als Massepotential und Abschirmung verwendet werden, wobei eine solche Ausführung auch hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit vorteilhafter ist, bei entsprechender Vereinfachung der Konstruktion.

Die verschiedenen Gesichtspunkte der Erfindung sind anhand von Blockschaltbildern erörtert worden, wobei es von Bedeutung ist, darauf hinzuweisen, daß es selbstverständlich möglich ist, Teile oder auch größere Schaltungseinheiten mit Hilfe von heute geläufigen üblichen Bauelementen, insbesondere Mikroprozessoren u.dgl. zu realisieren. Die Erfindung ist daher nicht auf die diskreten Schaltstufen bzw. Schaltungsblöcke beschränkt, sondern diese dienen insbesondere dazu, die funktionellen Grundwirkungen der Erfindung zu veranschaulichen und spezielle Funktionsabläufe anschaulich darzustellen. Es versteht sich, daß die einzelnen Bausteine und Blöcke in analoger, digitaler oder auch

hybrider Technik aufgebaut sein können oder auch, ganz oder teilweise zusammengefaßt, entsprechende Bereiche von programmgesteuerten digitalen Systemen, beispielsweise also Mikroprozessoren, Mikrorechner, digitale oder analoge Logikschaltungen u.dgl. umfassen können. Die bisher angegebene Beschreibung der Erfindung ist daher lediglich als bevorzugtes Ausführungsbeispiel bezüglich des funktionellen Gesamt- und Zeitablaufs und der durch die jeweiligen

besprochenen Blöcke erzielten Wirkungsweise zu werten, wobei es sich versteht, daß an die Stelle der erörterten Bauelemente auch entsprechend andere, gleichwirkende treten können.

Ein weiterer Gesichtspunkt bei vorliegender Erfindung ist die Notwendigkeit, Teile der Schaltung oder die Gesamtfunktion zu überwachen, um zu vermeiden, daß ein unbemerkt gebliebener Ausfall des Sensors größere Schäden verursacht. Es ist daher zweckmäßig, eine übergeordnete Schaltung vorzugeben, die, vorzugsweise in Form eines Mikroprozessors ausgebildet eine Vielzahl von Eingängen aufweist, die mit unterschiedlichen Schaltungspunkten der jeweils besprochenen Ausführungsbeispiele in den Figuren verbunden sein kann und die eine Alarmgabe oder Sonstige Maßnahmen dann veranlaßt, wenn bestimmte Werte vorgegebene Grenzwerte über- oder unterschreiten.

Als Ausfälle sind neben der Elektronik noch Leitungsbruch der Zuleitung zum Sensor, Kurzschluß der Sensoranschlüsse, Kurzschluß der Meßelektrode und der Ausgangsspannung zu betrachten.

Neben der Überwachung der Ausgangsspannung auf Einhaltung eines plausiblen Bereichs läßt sich noch durch weitere Schaltungsmaßnahmen eine aktive Überprüfung der Funktionsfähigkeit erreichen, nämlich:

- Überwachung der Kreisverstärkung für die Nachregelung der Vergleichsspannung;
- ferner muß für eine ordnungsgemäße Funktion des Sensors ein minimales und maximales Ausgangssignal einer Meßsonde erscheinen, so daß eine Überwachung der Regelspannung (bei Ausführung mit regelbarem Verstärker) bzw. Versorgungsspannung für den Spannungsteiler vorgenommen werden kann;
- Überwachung des Referenzvergleichs, wobei durch Steuereingänge die Gleichrichtung beispielsweise so verändert werden kann, daß am Ausgang bei ordnungsgemäßer Funktion die Referenzspannung erscheint;
- Überwachung des Bezugspotentials, wobei die Gleichrichtung so gesteuert werden kann, daß am Ausgang annähernd das Bezugspotential erscheint;
- Überwachung auf gegenläufige Ausgangsspannung; auch hier kann die Gleichrichtung so gesteuert werden, daß die Ausgangsspannung einen Wert annimmt, als wären die beiden Anschlüsse des Spannungsteilers vertauscht.

Alle diese Maßnahmen können, wie schon erwähnt, mit Hilfe von einer entsprechenden Programmierung aufweisen den Mikroprozessoren oder Kleinrechnern kostengünstig realisiert werden.

Abschließend wird darauf hingewiesen, daß die Ansprüche und insbesondere der Hauptanspruch Formulierungsversuche der Erfindung ohne umfassende Kenntnis des Stands der Technik und daher ohne einschränkende Präjudiz sind. Daher bleibt es vorbehalten, alle in der Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale sowohl einzeln für sich als auch in beliebiger Kombination miteinander als erfindungswesentlich anzusehen und in den Ansprüchen niederzulegen sowie den Hauptanspruch in seinem Merkmalsgehalt zu reduzieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der jeweiligen örtlichen Position, des Verschiebewegs oder des Winkels eines Körpers durch kapazitive Abtastung, wobei eine mit einem Spannungsverteilungselement (Widerstandsbahn) in kapazitiver Wirkverbindung stehende Potentialsonde längs einer vorgegebenen Meßrichtung, entlang welcher sich die Wechselspannungspotentialverteilung ändert, geführt und das abgetastete Potential ausgewertet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die an dem Spannungsverteilungselement (Widerstandsbahn) anliegende(n) Versorgungsspannung(en) umgeschaltet wird (werden) oder daß die Speisung mit phasenverschobenen Spannungen erfolgt, derart, daß sich mindestens zwei unterschiedliche Versorgungsspannungs-Verteilungsmuster in zeitlicher Abfolge über den Spannungsteiler ergeben.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Potentialmeßsonde mit einer Potentialkoppelsonde körperlich einstückig (elektrisch und mechanisch) verbunden ist, wobei beide Sonden den gleichen Meßweg zurücklegen und wobei die Koppelsonde ebenfalls kapazitiv auf eine stationäre Koppelelektrode (16) arbeitet, an welcher eine Meßgröße anfällt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Grundlage der von der Potentialmeßsonde in zeitlicher Abfolge aufgrund des sich ändernden Potentialspannungsverteilungsmusters auf den Spannungsteiler (Widerstandsbahn) erfaßten unterschiedlichen Sondenspannungen eine Regelung der Gesamtverstärkung und/oder eine Veränderung der Versorgungsspannung des Spannungsteilerlements (Widerstandsbahn) vorgenommen wird, derart, daß durch Streukapazitäten bzw. Ableitwiderstände verursachte Störgrößen ausgeglichen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler (Widerstandsbahn 20, 20') mit einer Wechselspannung so gespeist wird, daß abwechselnd beide Enden gleiche Spannung ohne Auftreten eines Spannungsabfalls über den Spannungsteiler aufweisen (Vergleichsphase I) und daß anschließend zur Erzielung einer Potentialdifferenz über der Spannungsteilerstrecke an ein Ende des Spannungsteilers Spannung angelegt wird und das andere an Masse liegt oder an beiden Enden gegenphasige Spannungen angelegt werden (Meßphase II), wobei in der Vergleichsphase die von der Potentialmeßsonde erfaßte Spannung mit einer Referenzspannung verglichen und durch Verstärkungsregelung bzw. Veränderung der Versorgungsspannung des Spannungsteilers nachgeführt wird, so daß in der Meßphase II die positionsabhängige Potentialsondenspannung störgrößenfrei erfaßt ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler (Widerstandsbahn 20, 20') mit einer Wechselspannung so gespeist wird, daß abwechselnd an einem Ende eine Wechselspannung angelegt wird, während das andere Ende an Masse liegt, und daß die Summe der von der Potentialmeßsonde erfaßten gegenläufigen Spannungen durch Verstärkungsregelung oder Veränderung der Versorgungsspannung des Spannungsteilers so geregelt wird, daß sie einer Referenzspannung entspricht derart, daß jede der gegenläufigen Ausgangsspannungen für sich gesehen das Spannungsteilverhältnis angibt.
6. Vorrichtung zur Bestimmung der jeweiligen örtlichen Position, des Verschiebewegs oder des Winkels eines Körpers durch kapazitive Abtastung, wobei eine mit einem Spannungsverteilungselement (Spannungsteiler) in kapazitiver Wirkverbindung stehende Potentialmeßsonde längs einer vorgegebenen Wechselspannungs-Potentialverteilung geführt und das abgetastete Potential ausgewertet ist, gekennzeichnet durch Schaltungsmittel (S3; 30, 30'; 38; 45, 46, 47, 48), die so ausgebildet sind, daß das Spannungsverteilungsmuster auf dem Spannungsteiler (Widerstandsbahn 20, 20') in zeitlicher Abfolge mindestens zwei unterschiedliche Verteilungsstrukturen aufweist, die beide von der Potentialmeßsonde kapazitiv erfaßt werden und von denen mindestens eine zur Verstellung der Gesamtverstärkung oder zur Änderung der Versorgungsspannung(en) des Spannungsteilers ausgewertet wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die die Zuführung der Versorgungsspannung(en) zum Spannungsteiler (Widerstandsbahn 20, 20') steuernden Umschaltmittel (Schalter S3; 30, 30') so ausgebildet sind, daß zu einem ersten Zeitraum (Vergleichsphase I) über dem Spannungsteiler kein Spannungsabfall auftritt durch einseitiges Öffnen der Zuleitungen oder durch Zuführen gleicher Spannungen an beiden Spannungsteilerenden und daß zu einem zweiten zeitlich späteren Zeitpunkt die Anschaltung der Spannungsteileranschlüsse an die Versorgungsspannungsquelle (21, 38) so erfolgt, daß sich ein Spannungsabfall über der Spannungsteilerstrecke ergibt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungsspannungsquelle (38) so angesteuert ist, daß den Anschlüssen des Spannungsteilers (Widerstandsbahn 20, 20') derart phasenverschobene Wechselspannungen (Uv1, Uv2) zugeführt sind, daß sich mindestens zu bestimmten Zeitabschnitten (V) spannungsabfallfreie Zustände über dem Spannungsteiler ergeben.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Potentialmeßsonde während der spannungsabfallfreien Zeitabschnitte unabhängig von ihrer jeweiligen Position erfaßte Sondenspannung nach Verstärkung mit einer Referenzspannung (U_{ref}) verglichen und die Gesamtverstärkung und/oder die von der Versorgungsspannungsquelle (21, 38) erzeugten Versorgungsspannungen (Uv1, Uv2) nachgeregelt werden derart, daß der Einfluß von Streukapazitäten und Ableitwiderständen ausgeglichen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei abwechselnden Anlegens einer Versorgungswechselspannung jeweils an unterschiedliche Anschlüsse des Spannungsteilers (Umpolen der Widerstandsbahn 20, 20') dem Verstärker (33) nach zeitsynchroner Gleichrichtung der erfaßten steigenden und fallenden Kennlinien ein Summierglied (36') nachgeschaltet ist, welches einen Regler (I-Regler) derart ansteuert, daß dieser die Eingangsamplitude der alternativ angelegten Wechselspannung bzw. die Verstärkung des Eingangsverstärkers (33) so nachführt, daß die unabhängig von der Sondenposition ermittelte Summe aus steigender oder fallender Kennlinie konstant bleibt.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens der Spannungsteiler (Widerstandsbahn 20, 20'), die Potentialmeßsonde (32) und die Rückführelektrode (16) von einer Schirmung (43) umgeben ist, die als Massepotential dient.
12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß Spannungsteiler, Verstärker und Versorgungsspannungserzeugung galvanisch getrennt sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Überwachungsschaltung, vorzugsweise ein Mikroprozessor vorgesehen und so ausgebildet ist, daß mindestens eine der Größen Ausgangsspannung, Kreisverstärkung, Referenzvergleich, Bezugspotential, gegenläufige Ausgangsspannungen und Ausgangsspannung des Reglers auf Plausibilität innerhalb minimaler und maximaler Grenzen überwacht werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

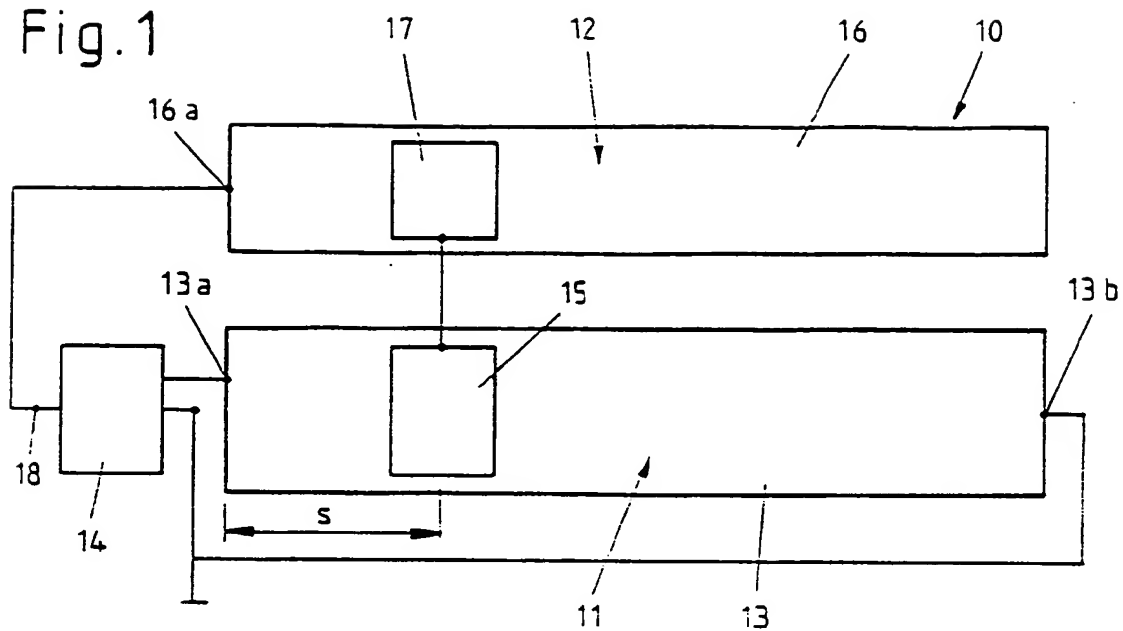


Fig. 2

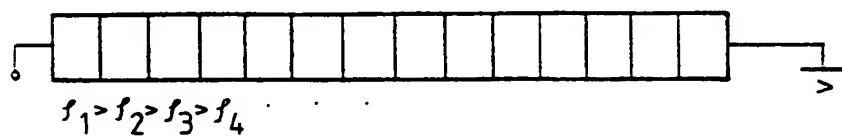
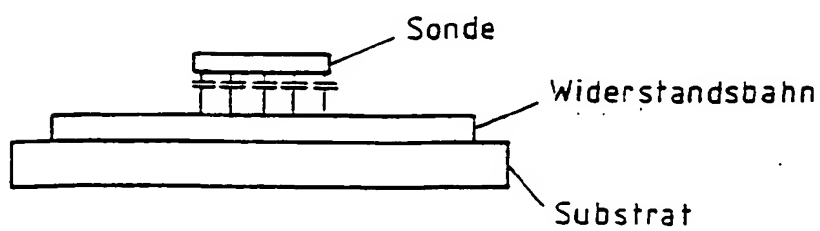
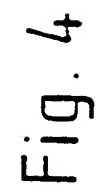
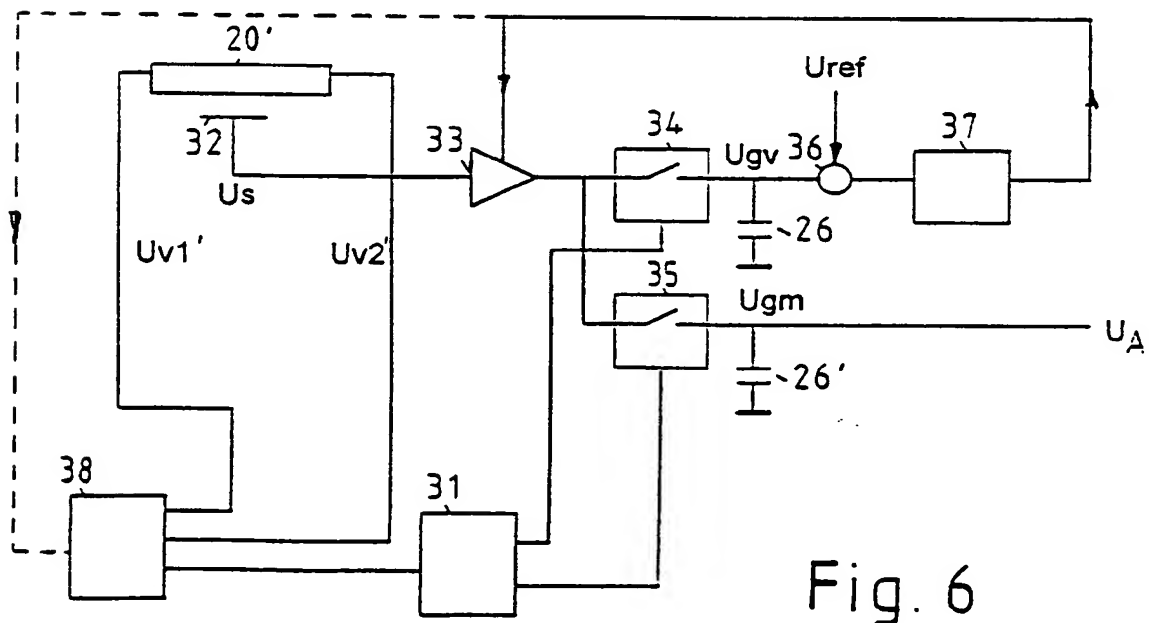
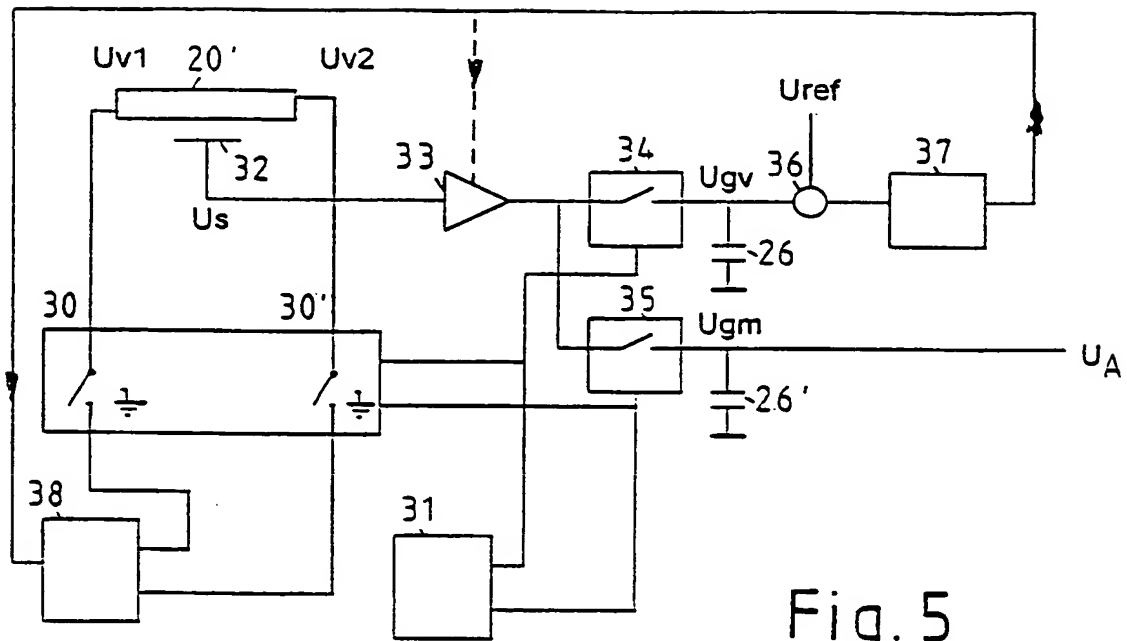


Fig. 3







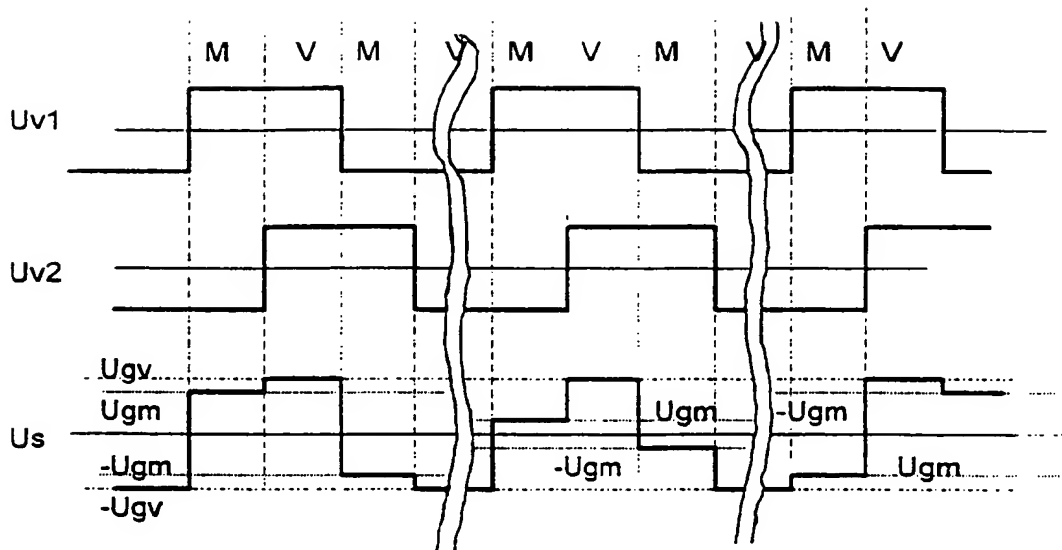


Fig. 7

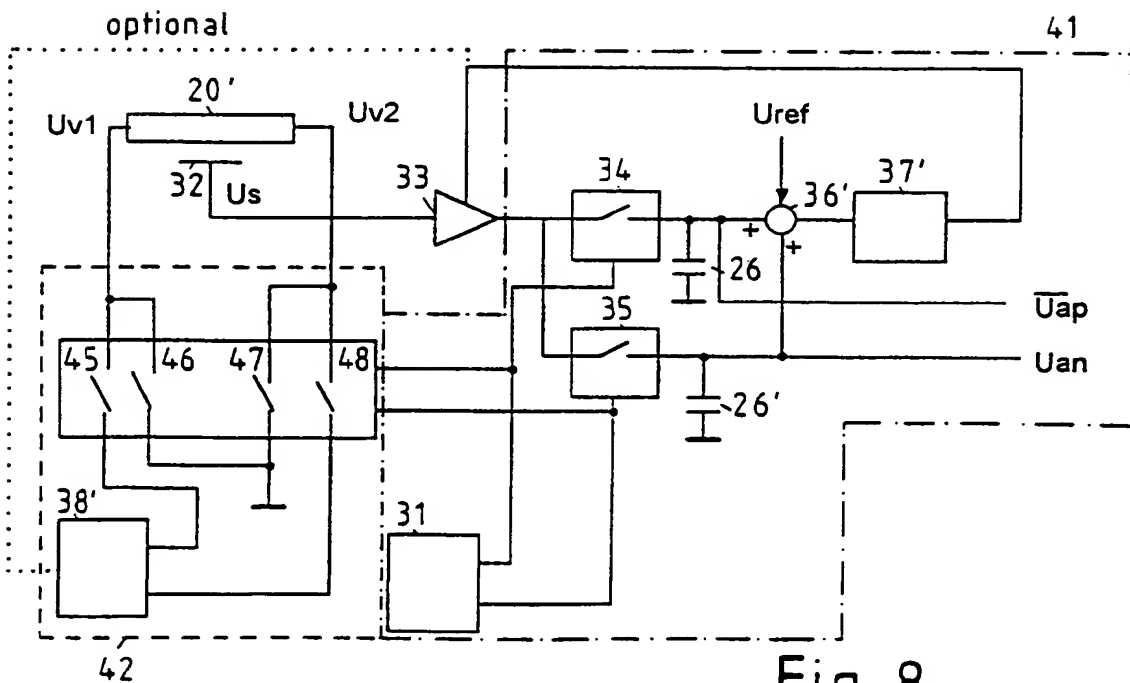


Fig. 8

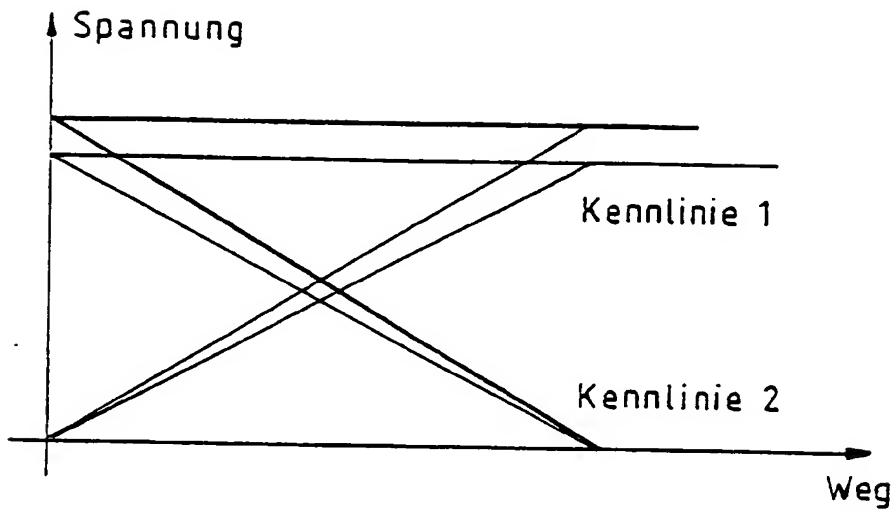


Fig. 9

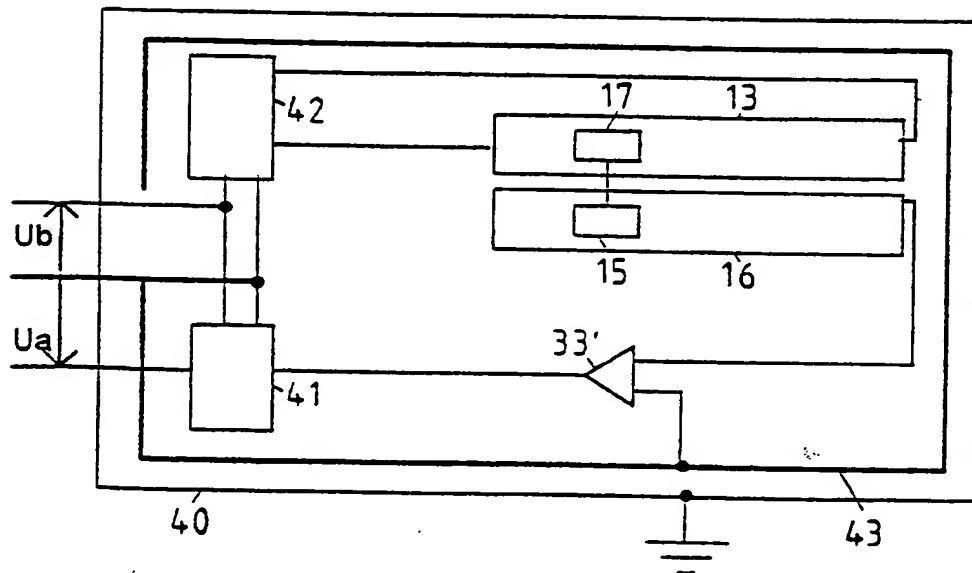


Fig. 10

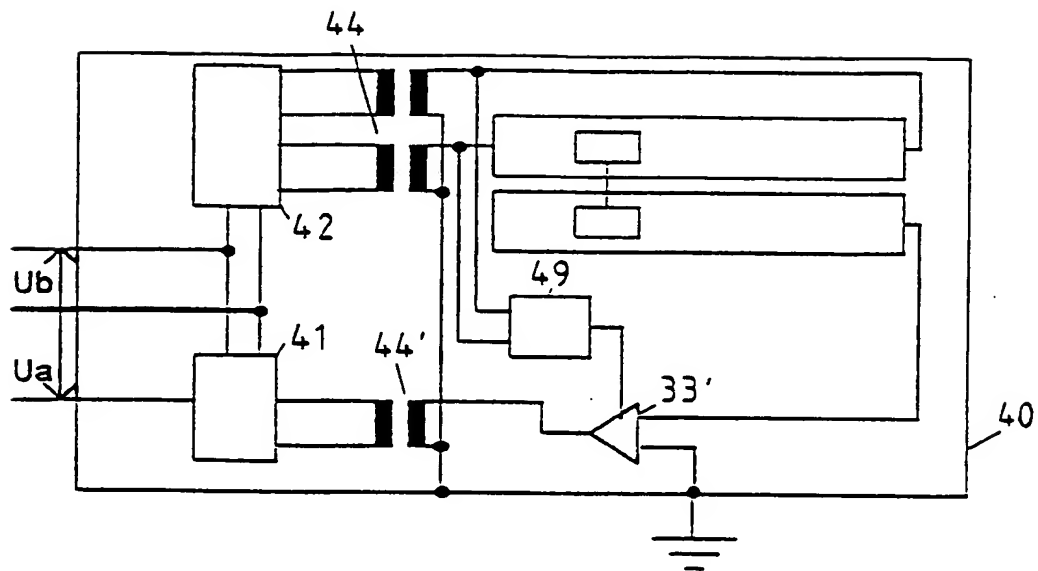
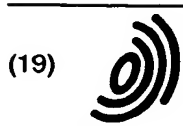


Fig. 11



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 711 978 A3

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(88) Veröffentlichungstag A3:
12.06.1996 Patentblatt 1996/24

(51) Int. Cl.⁶: G01D 5/241, G01D 5/165

(43) Veröffentlichungstag A2:
15.05.1996 Patentblatt 1996/20

(21) Anmeldenummer: 95100852.3

(22) Anmeldetag: 23.01.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI NL PT SE

(30) Priorität: 10.11.1994 DE 4440067
30.12.1994 DE 4447295

(71) Anmelder: HORST SIEDLE KG
D-78120 Furtwangen (DE)

(72) Erfinder:
• Gleixner, Franz
D-85244 Röhmoos (DE)

• Utz, Rainer, Dr.
D-73760 Ostfildern (DE)
• Bächle, Dieter
D-71090 Weil im Schönbuch (DE)

(74) Vertreter: Otte, Peter, Dipl.-Ing.
Otte & Jakelski
Patentanwälte,
Mollenbachstrasse 37
71229 Leonberg (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer jeweiligen örtlichen Position eines Körpers durch kapazitive Abtastung**

(57) Zur Bestimmung der jeweiligen örtlichen Position, des Verschiebewegs oder des Winkels eines Körpers durch kapazitive Abtastung wird eine an einem Spannungsverteilungselement anliegende Versorgungsspannung so umgeschaltet bzw. die Speisung

erfolgt mit phasenverschobenen Spannungen derart, daß sich mindestens zwei unterschiedliche Versorgungsspannungs-Verteilungsmuster in zeitlicher Abfolge über den Spannungsteiler ergeben.

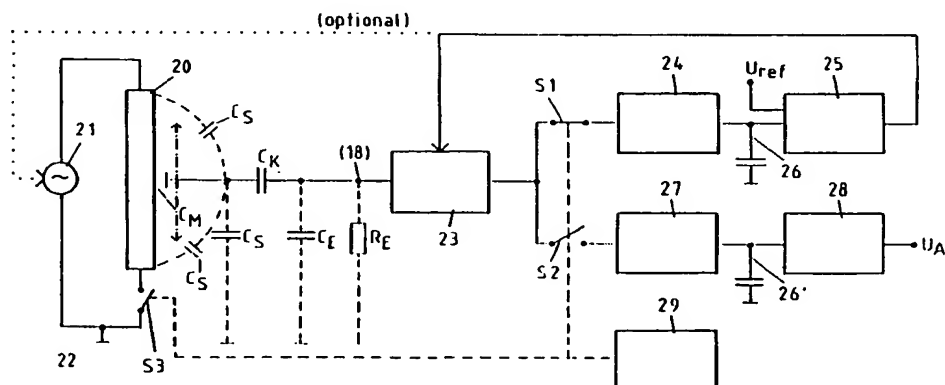


Fig. 4

EP 0 711 978 A3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 0852

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	PROCEEDINGS OF THE INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGY CONFERENCE, ADVANCED TECHNOLOGIES IN I & M HAMAMATSU, MAY 10 - 12, 1994, Bd. 1, 10.Mai 1994, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, Seiten 308-311, XP000507308 LI X J ET AL: "A NOVEL SMART RESISTIVE-CAPACITIVE ANGULAR PSD" * Seite 308, linke Spalte, Absatz 3 - Seite 309, rechte Spalte, Absatz 1; Abbildungen 1-4 * * Seite 310, linke Spalte, Absatz 2 - rechte Spalte, Absatz 3; Abbildungen 6,7 *	1-3,6,12	G01D5/241 G01D5/165
A	---	4,5,10, 11	
X	US-A-4 290 065 (GLEASON JOSEPH P) 15.September 1981 * Spalte 2, Zeile 12 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildung 1 *	1	
Y		2,3,6,7, 11,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A		4,5,8-10	G01D
Y	WO-A-94 11888 (COPAL CO LTD ;TONOGAI YOSHIHIDE (JP); TAKAGI MASAOKI (JP)) 26.Mai 1994 * Zusammenfassung; Abbildungen 5,6,11-13 *	2	
A	---	1,12	
Y	US-A-5 049 827 (TASMA JAMES D) 17.September 1991 * Spalte 2, Zeile 23 - Spalte 4, Zeile 26; Abbildungen 1,2 *	3,6,7, 11,12	
A	-----	4,5,8,10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenamt DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17.April 1996	Prüfer Chapple, I
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 130 (12/94) (P/CU)